

En Indonésie, le renouveau de la replantation des *jungle rubber* en systèmes hévéicoles plus productifs est colossal. Les contraintes des petits planteurs et le désengagement de l'Etat du secteur hévéicole nécessitent la recherche d'alternatives de systèmes de culture financièrement abordables.

Les agroforêts à hévéas améliorées en Indonésie : mythe ou réalité

Penot E. ¹, Courbet P. ², Chambon B. ¹, Ilahang ³, Komardiwan I. ³

¹ CIRAD-TERA, TA 60/15, avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France

² Consultant, ICRAF/SRAP, Smallholder Rubber Agroforestry Project, BP 161, Bogor, Indonésie

³ ICRAF/SRAP, Smallholder Rubber Agroforestry Project, BP 161, Bogor, Indonésie

Les systèmes hévéicoles ont relativement bien résisté à la crise économique et écologique majeure que connaît l'Indonésie depuis septembre 1997. Cet état de fait est favorable à la nécessaire transformation des systèmes hévéicoles traditionnels, les *jungle rubber*, en systèmes hévéicoles agroforestiers améliorés. Ces agroforêts se caractérisent par l'intégration de variétés améliorées, les clones, afin de rester compétitifs en terme de productivité, tout en conservant les avantages écologiques des systèmes agroforestiers (durabilité écologique et fertilité). Les pratiques agroforestières permettent d'économiser intrants et travail par rapport à la monoculture, en particulier pendant la période immature. Cette période de cinq à sept années avant la mise en production reste la période la plus critique car elle mobilise travail et capital sans revenus immédiats. Ces pratiques agroforestières permettent aussi, à terme, une diversification du revenu par la vente de fruits, de

bois, de rotin et de produits divers. Enfin, elles conservent une part de la biodiversité originelle dont une partie est économiquement utile.

Une expérimentation en milieu paysan, utilisant une approche négociée et participative avec les planteurs, a permis de mettre au point des systèmes agroforestiers complexes à base d'hévéa, les *Rubber Agroforestry Systems* (RAS), en particulier pendant la période immature (Penot, 1998).

La problématique générale concerne le financement de la transition vers des systèmes plus productifs : soit la monoculture clonale, soit ces systèmes agroforestiers améliorés à faibles intrants et basés sur l'utilisation du clone. Le capital d'investissement nécessaire est moins important pour les RAS que pour la monoculture mais il reste important par rapport à celui des agroforêts à hévéa traditionnelles (capital nul et travail marginal).

La durée de la période immature de l'hévéa est longue : cinq années au mieux,

mais le plus souvent six ou sept années selon la qualité des terrains, le climat et surtout l'entretien des jeunes cultures.

L'adoption des RAS et leur diffusion se heurtent à des contraintes qui dépassent la nécessité d'un capital d'investissement préalable. Les difficultés de renouvellement des plantations en monoculture issues des projets pour des paysans devenus relativement aisés nous prouvent que le capital d'investissement n'est pas la seule contrainte, même si elle reste primordiale pour les paysans hors-projet qui n'ont pas accès au crédit.

Cet article analyse ces contraintes et montre que leur résolution dépasse la seule exploitation agricole et implique d'autres acteurs de la filière.

L'hévéaculture paysanne, modèle dominant des agroforêts

Depuis son introduction au début du siècle, le développement de l'hévéaculture s'est caractérisé dans toute l'Asie du Sud-Est par deux phénomènes : le développement des *jungle rubber* ou « agroforêts à hévéa » à base de *seedlings* (en particulier par les petits planteurs de Sumatra et Kalimantan) et les plantations de type monoculture, copiées sur le modèle des grandes plantations (*estates*) en particulier dans la province de Sumatra Nord où se situe historiquement l'*estate belt*. Le modèle dominant chez les planteurs hors-projet est clairement celui des *jungle rubber*.

A Kalimantan, les *jungle rubber* ont permis la fixation d'une agriculture itinérante initialement fondée sur le riz pluvial et la cueillette chez les dayaks (populations de l'intérieur de l'île de Bornéo). Ils ont permis l'amorce d'un développement local et d'une amélioration très nette des conditions de vie des populations locales. Les *jungle rubber* et les systèmes de production fondés sur ces systèmes de culture ont été bien étudiés et documentés (Djikman, 1951 ; Barlow, 1987 ; de Foresta, 1997 ; ASB, 1996 ; Dove, 1993 ; Gouyon, 1995). La production d'innovations techniques endogènes sur les *jungle rubber* par les planteurs locaux a atteint un point optimal dans les années 80 (Penot, 1997a).

L'augmentation de la productivité des systèmes hévéicoles passe nécessairement par l'emploi de matériel végétal amélioré, les clones, avec un potentiel de production triple de celui du matériel local utilisé en *jungle rubber*. Les principaux intrants sont alors les fertilisants chimiques pendant les

trois premières années et le Glyphosate. Cet herbicide limite les coûts en main-d'œuvre et améliore la productivité globale du travail. L'observation des pratiques culturelles d'un nombre limité de paysans (à Kalimantan, Jambi, Sumatra Nord et Sud) combinant agroforesterie et innovations issues de la monoculture a aidé à la création des RAS. On observe alors une nouvelle trajectoire d'innovation intégrant savoir traditionnel et savoir institutionnel : les projets et leur approche technique « moderne », la monoculture. Les mécanismes d'innovation et d'appropriation de certaines innovations techniques ont déjà été étudiés (Penot, 1997a).

Plus de 2,5 millions d'hectares en *jungle rubber*¹ restent à améliorer. En Indonésie, les *jungle rubber* restent donc bien le modèle dominant de plantation pour les petits planteurs hors-projets. Nous tenterons de mieux préciser les véritables contraintes qui pèsent sur ces planteurs et limitent leur capacité d'évolution et de changement technique.

L'enjeu sur la réhabilitation des vieilles plantations et sur l'extension de nouvelles plantations est colossal. L'Indonésie a pris un retard certain par rapport à ses deux voisins, Malaisie et Thaïlande qui ont appliqué, dès les années 60, une véritable politique de replantation basée sur les clones. Cet enjeu représente *grosso modo* les superficies replantées en Malaisie et Thaïlande durant les 30 dernières années. Ces trois pays représentent actuellement 93 % des superficies plantées.

L'évolution très rapide du monde économique indonésien, la crise récente de 1997-1999, la présence d'alternatives techniques ou économiques nouvelles telles que le palmier à huile, et la forte pression foncière des sociétés privées de plantations précisent ce nouvel enjeu pour les petits planteurs indonésiens. L'objectif est l'augmentation de la productivité des *jungle rubber* dans une logique de replantation avec des systèmes qui soient plus productifs mais aussi plus accessibles que la monoculture, en particulier en terme d'investissement en capital et en travail. Les systèmes RAS (encadré) sont proposés et testés en milieu paysan pour répondre à cet enjeu. A terme, c'est la reconnaissance implicite des systèmes agroforestiers à base d'hévéa *clonal* comme base d'un développement futur du

secteur qui sous-tend ce programme de recherche dans un pays où les agroforêts de toute nature couvrent plus de cinq millions d'hectares.

Les années 70 à 90 ont été dominées par une approche technocratique fondée sur un modèle de culture issu des grandes plantations : la monoculture. Ces projets ont eu globalement un impact très positif sur le secteur. Il reste cependant très insuffisant. Quels sont donc les facteurs limitant l'extension du système monoculture hors des projets ?

Clone et monoculture : le modèle dominant des projets

Les appuis techniques aux petits planteurs d'hévéas ont été extrêmement limités jusqu'aux années 80. L'Indonésie a concentré son effort sur la riziculture irriguée et, depuis 1967, sur l'autosuffisance alimentaire. Depuis le début des années 70, moins de 15 % des petits planteurs ont eu accès à des projets de développement de l'hévéa, en approche complète (projets filières) ou partielle (intrants et information technique pendant une année seulement).

Depuis 1978, l'Etat a tenté de développer diverses formes de projets de développement sectoriel sur l'hévéa : les NES (*Nucleus Estate Scheme*, ou PIR, *Perkebunan Inti Rakyat*, en indonésien) en zones de transmigration, et les SRDP/TCSDP (*Smallholder Rubber Development Project/Tree Crop Smallholder Development Project*), principaux projets financés par la Banque mondiale depuis les années 80 pour la paysannerie locale. Tous offrent des paquets technologiques complets strictement centrés sur la monoculture pure et un crédit pour les sept premières années. Les cultures vivrières intercalaires annuelles, en période immature, et les associations avec d'autres espèces pérennes étaient strictement interdites. Plus récemment, depuis 1990, certains projets en approche partielle (P2WK, PKT...)², ne fournissant que les intrants pour la première année, ont pris le relais sur des superficies très limitées. Le TCSDP a autorisé les cultures intercalaires en 1994 et même le rotin en intercalaire en 1996, choix discutable en fait. Certains de ces projets ont également

¹ Cette situation est tout à fait spécifique de l'Indonésie. Ses deux puissants voisins ont développé des plantations de type monoculture avec une très forte aide gouvernementale.

² Ces projets sont généralement réalisés par le *Dinas Perkebunan*, service de vulgarisation des plantations, sur fonds provinciaux ou nationaux du gouvernement indonésien.

■ Les systèmes RAS

RAS 1 : un *jungle rubber* avec des clones

RAS 1 est un *jungle rubber* dans lequel la seule modification apportée au système consiste au remplacement des *seedlings* d'hévéa traditionnellement utilisés par des clones adaptés. Les clones sélectionnés sont PB 260, RRIC 100, RRIM 600, et BPM 1 pour toutes les zones, auxquels on ajoute GT 1 pour les zones sans *Colletotrichum*. Ces clones doivent avoir une croissance rapide, mais aussi être résistants aux maladies des feuilles et adaptés au régime d'exploitation (saignée) des petits planteurs. La biodiversité attendue de RAS 1 semble comparable à celle du *jungle rubber*, elle-même assez proche de celle de la forêt secondaire. RAS 1 ne peut être réalisé que dans des zones de plantation ou de replantation non dégradées, avec une biodiversité environnante suffisante, et la présence de forêts secondaires, agroforêt à fruits et à bois (les "Tembawang" à Kalimantan Ouest) ou vieux *jungle rubber*. Les arbres associés à l'hévéa seront donc ceux issus du recru naturel de la forêt, dont certains seront ultérieurement sélectionnés par le planteur (en général entre la 8^e et la 10^e année après plantation).

RAS 2 et 3 : des agroforêts à hévéas optimisées

RAS 2 et 3 sont des systèmes agroforestiers complexes où les éléments de la combinaison entre hévéa et arbres associés sont choisis dès la plantation. La biodiversité est donc moindre et choisie en vue d'une production : fruits, bois..., en fonction de l'intérêt économique des arbres associés sélectionnés par le planteur, comprenant des fruitiers et des arbres à bois. Les densités de plantation sont de 550 hévéas et 150 à 250 autres arbres associés par hectare. Les problèmes de compétition entre arbres seront étudiés à travers différentes associations avec des densités de plantation variables. Une telle structure permet d'échelonner dans le temps des productions différentes : caoutchouc de la 5^e à la 35^e année, bois pour pâte à papier de la 6^e à la 10^e année (arbres à croissance rapide), fruits de la 10^e à la 50^e année, puis bois de la 40^e à la 50^e année (arbres à croissance lente).

RAS 2 : un système intensif centré sur les cultures intercalaires en période immature

Des cultures intercalaires sont cultivées durant les trois ou quatre premières années de la période immature de l'hévéa. L'enjeu majeur est ici de maintenir la production de riz à un niveau compatible avec une bonne productivité du travail et un minimum d'intrants et de risques, pendant plusieurs années consécutives.

RAS 2 est surtout conçu pour les zones de transmigration, celles où le foncier est extrêmement limité et les zones fortement dégradées (savanes à *Imperata*...). C'est le système le plus intensif.

RAS 3 : une stratégie anti-*Imperata*

Le planteur ne souhaite pas, pour diverses raisons, cultiver de cultures intercalaires (absence de marché, niveau moyen d'intensification recherché, disponibilité en main-d'œuvre limitée...). L'enjeu est alors de mettre en place un système de plantes qui permettront une bonne couverture et une protection du sol avec un minimum d'entretien en première année, et pas ou peu d'entretien les années suivantes. Une telle combinaison fait appel à des plantes de couverture non grimpantes, plus ou moins autorégulantes (*Flemingia congesta*...), voire améliorant la faible fertilité initiale du sol (*Chromolaena odorata*) combinées à des plantes arbustives d'ombrage (*Leucena leucocephala*, *Gliricidia*, *Calliandra*...) ou des arbres à croissance rapide (type *Acacia mangium* ou *Gmelina arborea*).

RAS 3 peut être également considéré dans une stratégie anti-*Imperata* pour la réhabilitation des savanes à *Imperata*.

prévu un volet approche partielle (cas des SRDP/TCSDP par exemple).

En fait, si l'on tient compte des plantations effectivement en production, 10 % seulement des paysans ont alors des plantations clonales. Les échecs concernent plutôt les projets lancés dans les années 70 : ARP (*Assisted replanting program*), CGC (*Group coagulating center*), PRPTE (*Proyek Rehabilitasi dan Perlindungan Tanaman Ekspor*, projet de réhabilitation des cultures d'exportation). En

revanche, les projets NES et SRDP/TCSDP peuvent être techniquement considérés comme des succès, même si les problèmes de remboursement de crédits ne permettent pas de conforter cette affirmation sur le plan financier. Ces projets ont été financés par la Banque mondiale ou la Banque asiatique de développement (pour le TCSSP, *Tree crop smallholder scheme project*). Le contrôle financier et technique plus strict exigé par ces institutions financières n'est pas étranger au succès de ces

projets, en particulier par la présence d'experts et la bonne collaboration entre institutions indonésiennes. Ces projets ont généralement intégré les meilleurs techniciens hévéicoles indonésiens issus de la vulgarisation. Ils constituent toujours d'ailleurs un vivier d'hommes-ressources très actifs dans le secteur privé, car de nombreux ont créé des pépinières de production de matériel végétal clonal afin de satisfaire une demande croissante de planteurs hors-projet (TCSDP).

Ces projets ont permis une vulgarisation à large échelle de certains thèmes techniques importants, en particulier ceux liés aux clones afin d'obtenir une productivité élevée, de 1 500 à 2 000 kg/an/ha, par rapport à celle du matériel végétal local non sélectionné des *jungle rubber*, de seulement 500 kg/ha/an. Le coût global (crédit de plantation et encadrement) et l'approche lourde (paquet monoculture et vulgarisation sur huit années) ont fortement limité l'impact direct de ces projets. L'impact indirect à travers la diffusion de thèmes techniques liés à l'emploi des clones est beaucoup plus important. Il n'est plus un seul planteur en Indonésie qui ne désire pas replanter avec des clones.

Mais le passage aux clones, même en systèmes agroforestiers de type RAS, nécessite une réallocation des facteurs de production, le travail en particulier, et un capital d'investissement sur les trois premières années. Ces investissements constituent une rupture en terme financier par rapport aux systèmes basés sur les *jungle rubber* traditionnels où l'investissement en capital est nul et le travail réduit à quelques jours par an (même au moment de la plantation).

La replantation en système de culture clonal, agroforestier ou en monoculture, va donc reposer d'une part sur la capacité d'accumulation en capital — ou l'accès au crédit — du paysan, d'autre part, sur les facteurs qui permettent l'adoption et l'appropriation des thèmes techniques, en particulier l'information technique, la disponibilité et la qualité du matériel végétal. L'adaptation du système cultural aux systèmes sociaux, plus particulièrement leur mise en cohérence par rapport au foncier et au mode d'organisation traditionnel du travail, n'apparaît pas comme une contrainte insurmontable.

La difficulté de reproduction du système hors-projet, et l'absence de crédit et de possibilité d'investissement ont dès lors montré les limites de l'approche projet sec-

torielle. On a alors clairement observé deux mondes. D'abord celui des développeurs, sûrs de leur technique (la monoculture) qui est effectivement diffusable à large échelle et possède une certaine « universalité », mais aveugles au coût global de la réhabilitation de la totalité des plantations³. Puis celui des petits planteurs dont la majorité n'a pas pu participer aux projets de développement. Les planteurs en projet acquièrent une capacité d'investissement par la capitalisation rendue possible par les parcelles en projets. Mais beaucoup ne l'utilisent pas et favorisent plutôt la consommation et l'élévation de leur niveau de vie au détriment de l'investissement. Les planteurs hors-projet en sont réduits à investir sur de toutes petites parcelles ou, le plus souvent, se tournent vers les opportunités de culture avec crédit complet, comme celle offerte par certaines sociétés de plantations pour le palmier à huile.

Les conditions d'accès sont alors souvent chèrement payées : le crédit est flou, son calcul opaque voire scandaleux, et il est octroyé seulement sur la base d'un échange de terres (7,5 ha dont 2 rendus au planteur plantés dans la province de Kalimantan Ouest par exemple).

Une première réaction des projets hévéicoles a été de réintroduire certaines pratiques permettant l'optimisation du travail investi en période immature. On peut citer les cultures intercalaires, et même le rotin en 1995-1996, culture associée considérée comme pérenne car il nécessite six à huit ans de croissance avant récolte.

La fin des années 90 a vu celle des projets sectoriels et l'apparition de nouvelles approches : projets régionaux à Jambi et Bengkulu, appui à la restructuration du nouveau service de vulgarisation avec les BIBP (*Balai Informasi Bangunan Perkebunan*)... Les projets ont permis la vulgarisation à large échelle des clones et ont montré la contrainte principale du manque de capital ou de l'impossibilité d'accéder au crédit pour la vaste majorité des planteurs.

Mais le capital est-il la seule contrainte ? Quelles sont les alternatives qui permettent de diminuer les besoins en financement pour l'implantation d'une parcelle clonale ?

Les Rubber Agroforestry Systems

Le *jungle rubber* est un système extensif nécessitant peu d'intrants et facile à mettre en place. Il est idéal pour des conditions de plantations en zone pionnière mais il reste peu productif. La monoculture est performante mais nécessite d'importants investissements et demande trop de main-d'œuvre en période immature. Il restait une niche à développer pour des alternatives intermédiaires. Un processus de recherche-développement, expérimentation en milieu paysan avec une approche participative, a permis d'optimiser certains systèmes agroforestiers, les RAS, qui répondent mieux aux contraintes différenciées des planteurs.

L'enjeu est de montrer que les clones dûment sélectionnés peuvent tout à fait croître et bien produire dans un environnement agroforestier qui procure des revenus diversifiés et un milieu naturellement équilibré, voire régénérateur en terme de fertilité (Penot et Budiman, 1998). L'hypothèse de base du maintien du niveau de production des hévéas avec des arbres associés s'est vérifiée avec une expérimentation réalisée dans le Sud de la Thaïlande (Burathanam et Shugamert, 1992) et l'observation d'anciennes parcelles en monoculture où les pratiques agroforestières ont été réintroduites (village de Sanjan, Kalimantan Ouest (Schueller *et al.*, 1997).

Les RAS sont des systèmes de culture agroforestiers à base d'hévéa développés par le SRAP (*Smallholder Rubber Agroforestry Project*) sur la base de l'introduction des clones améliorés au sein de systèmes à faibles intrants. Les pratiques agroforestières limitent le travail nécessaire et l'usage de certains intrants (Penot, 1998). Le principe de tels systèmes n'est pas nouveau. Certains chercheurs néerlandais avaient déjà émis l'idée du *jungle weeding* dans les années 30 (Dijkman, 1951).

Les principaux avantages de ces systèmes sont les suivants : conservation d'une biodiversité proche celle de la forêt secondaire pour les RAS 1 (Penot, 1997b) ; amélioration de l'environnement et réhabilitation des zones dégradées (augmentation de la fertilité des sols, amélioration du régime hydrique des nappes...) (Penot et Budiman, 1998) ; moindre besoin en intrants — utilisation de la végétation naturelle contre certaines adventices telle *Imperata cylindrica*..., ou plantations d'arbres à croissance rapide et fort ombrage pour limiter l'usage d'herbicide — ; optimisation de la productivité du travail

par la combinaison des productions (cultures annuelles intercalaires, production fruitière et de bois, rotin et certaines cultures de rente) ; limitation des nettoyages par le biais de l'utilisation judicieuse de la végétation naturelle ou la combinaison avec des plantes de couverture adaptées.

L'expérimentation sur les RAS a montré que l'établissement des clones dans différents contextes agroforestiers, y compris la forêt secondaire en intercalaire, était possible sous certaines conditions pendant la période la plus critique de l'établissement de la plantation (Penot *et al.*, 2000). Une modélisation économique prospective (Penot, 1996) a aussi montré l'intérêt économique de ces systèmes par rapport à la monoculture et au *jungle rubber*.

Le coût d'implantation des systèmes RAS a été estimé. Pour conserver des coûts et des prix comparables et stables, ceux-ci sont présentés à leur valeur en juillet 1997, avant la crise. Les variations et la volatilité des prix du caoutchouc, des intrants et du coût moyen de la vie au cours de la crise ne changent pas fondamentalement les ordres de comparaison (Penot et Ruf, sous presse).

Par comparaison, le coût d'implantation d'un hectare planté en projet type SRDP (pour toute la phase improductive, jusqu'à la mise en saignée) revient approximativement à 2 000 \$US, soit 4,8 millions de roupies (« coût projet » intégré incluant l'assistance technique). La part effectivement remboursée par le planteur, hors frais financiers, est en moyenne de 600 \$US soit 1,44 million de roupies.

Les contraintes de la modernisation de l'hévéaculture

Notre typologie, issue des enquêtes de caractérisation des systèmes de production réalisées en 1997, comprend les types de systèmes de production suivants :

- système traditionnel malayu (de la partie centale de l'île de Sumatra) fondée sur le *jungle rubber*, village de Sepunggur, Jambi, Sumatra ;
- paysans javanais transmigrants en projet NES, avec deux hectares de parcelles clonales, village de Rimbo Bujang, Sumatra ;
- système traditionnel dayak avec parcelles clonales SRDP, village de Sanjan, Kalimantan ;
- système traditionnel dayak à partir des *jungle rubber* vieillissants, village de Kopar et Engkayu, Kalimantan ;
- paysans javanais transmigrants en projet « cultures vivrières », avec des planta-

³ A raison de 2 000 \$US par hectare réhabilité (coût moyen par projet type SRDP/TCSDP), il faudrait 5 milliards de dollars pour financer l'ensemble de la replantation.

tions nouvelles en hévéa, non clonales, encore improductives (système en transition), village de Trimulia, Kalimantan.

Les contraintes sont identifiées en fonction de cette typologie.

Le capital : une condition nécessaire mais pas suffisante pour la replantation

En Indonésie, le discours dominant des institutions de développement reprend le thème du paysan pauvre sans aucune possibilité d'accumulation de capital, donc d'investissement, qui est lié à l'absence de reconnaissance de fait des *jungle rubber* en tant que systèmes de culture viables.

Les résultats des enquêtes (Kelfoun *et al.*, 1997 ; Courbet, 1997) montrent clairement que le capital n'est pas la première contrainte, en particulier dans la province de Jambi (figure 1).

Nombre de producteurs, y compris ceux n'ayant pas de parcelles clonales, peuvent dégager suffisamment de ressources pour investir tous les deux ans dans l'installation d'un quart d'hectare, voire un demi-hectare, d'un système RAS à moindre coût (tableau). Cette constatation est vraie pour des situations agricoles différenciées : zone de transmigration hévéa à Jambi (NES avec des populations javanaises) ou zones de projet TCSDP à Kalimantan⁴ (avec des populations locales dayaks) mais également zones traditionnelles de *jungle rubber* à Jambi (populations locales malayus). Dans ce dernier cas, un certain nombre de plantations de *jungle rubber* sont également gérées en métayage, apportant ainsi un revenu complémentaire appréciable aux propriétaires.

Un investissement limité, progressif et programmé sur dix années pour une superficie replantée de deux à trois hectares, ne modifierait pas en profondeur la gestion des facteurs de production et permettrait une transition modérée vers une intensification des systèmes de culture, en particulier à Sumatra où les revenus sont supérieurs à ceux des paysans dayaks de Kalimantan.

Ceci est également vérifié par le développement rapide et dynamique d'un secteur de pépiniéristes privés à Jambi (pour la production de matériel végétal clonal), porté par une demande paysanne locale (Penot et Komardiwan, 1998) et par un développement beaucoup plus mesuré à

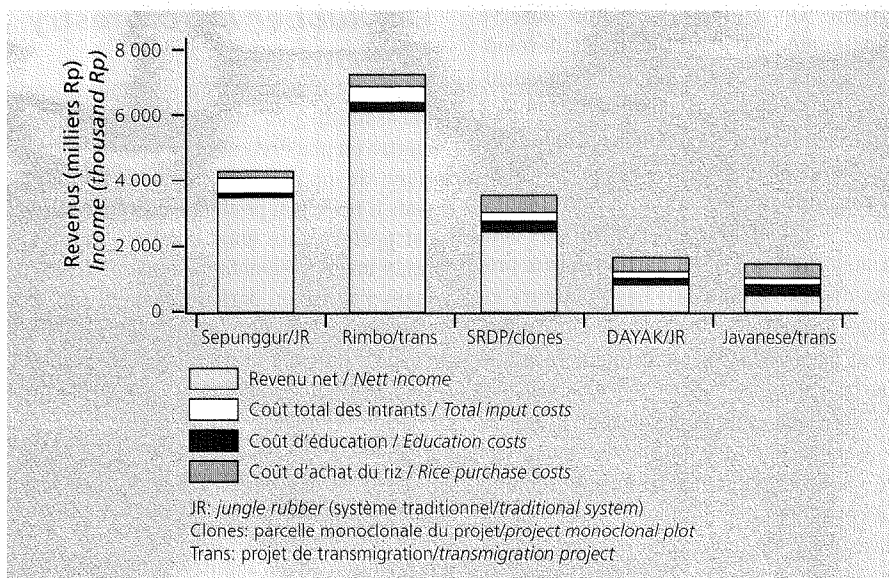


Figure 1. Revenu net annuel et coûts de base par type de situation. / Annual nett incomes and basic costs per situation.

Tableau. Coûts de l'investissement en intrants (plants, engrais, herbicides) par type de système RAS (en milliers de roupies par hectare). / Investment costs in terms of inputs (plants, fertilizers, herbicides) per type of RAS (in thousand rupiahs per hectare).

Système System	année 1 year 1	année 2 year 2	année 3 year 3	Total
RAS 1	500	200	200	900
RAS 2	850	400	300	1 500
RAS 3	850	150	150	1 150

Les coûts des intrants des cultures intercalaires sont compris pour RAS 2 et 3 (engrais et un traitement phytosanitaire). Il n'y a pas d'intrants en 4^e et 5^e années / Input costs for intercrops are included for RAS 2 and 3 (fertilizers and a phytosanitary treatment). There are no inputs in years 4 and 5.

Kalimantan, essentiellement porté par une demande institutionnelle (*Dinas Perkebunan* ou service de vulgarisation gouvernemental (Schueller *et al.*, 1997).

En revanche, à Kalimantan, les systèmes basés sur les *jungle rubber* vieillissants (cas des dayaks hors-projet) produisent des revenus qui ne permettent pas l'investissement dans de nouvelles plantations clonales mais tout juste le renouvellement de l'exploitation. On observe la même tendance pour le type « paysan en transmigration avec des cultures annuelles » (cas des populations javanaises) pour lesquelles le travail extérieur fournit le plus souvent une partie importante des revenus annuels.

En effet, l'investissement nécessaire pour l'établissement d'un demi-hectare de système RAS 1, 2 ou 3 selon les stratégies correspond à une fourchette comprise entre 33 et 55 % du revenu net pour les dayaks traditionnels (*jungle rubber*) et jusqu'à 60 à 100 % pour les paysans en transmigration ne possédant pas de cul-

tures pérennes (figure 2). L'investissement demandé en première année paraît insupportable pour ces petits planteurs.

Il y a alors une « crise de la replantation » liée à l'absence d'accumulation de capital du fait des moindres rendements des *jungle rubber* et, souvent de leur âge avancé.

Contrairement à l'image qu'en ont les officiels, les systèmes de culture à base d'hévéa, surtout les *jungle rubber*, ont été par le passé une source de capitalisation, modeste mais réelle. Cette capitalisation a d'abord permis une réelle amélioration des conditions de vie des planteurs (éducation des enfants, santé et amélioration du logement), qui reste une priorité préalable à tout investissement ultérieur dans la replantation. La seconde étape de l'amélioration du niveau de vie porte sur l'achat de motos, télévisions et paraboles, qui ont fleuri pendant les années 90, en particulier pour les petits producteurs les plus fortunés, les paysans en projet SRDP ou NES.

⁴ A Kalimantan Ouest, la production des parcelles clonales des projets est inférieure à celle de Jambi du fait du choix du clone GT1 très sensible à une maladie de feuilles endémique, très agressive, le *Colletotrichum*, qui abaisse le rendement moyen à 1000-1200 kg/ha/an, contre 1600-1800 kg/ha/an à Sumatra pour le projet TCSDP.

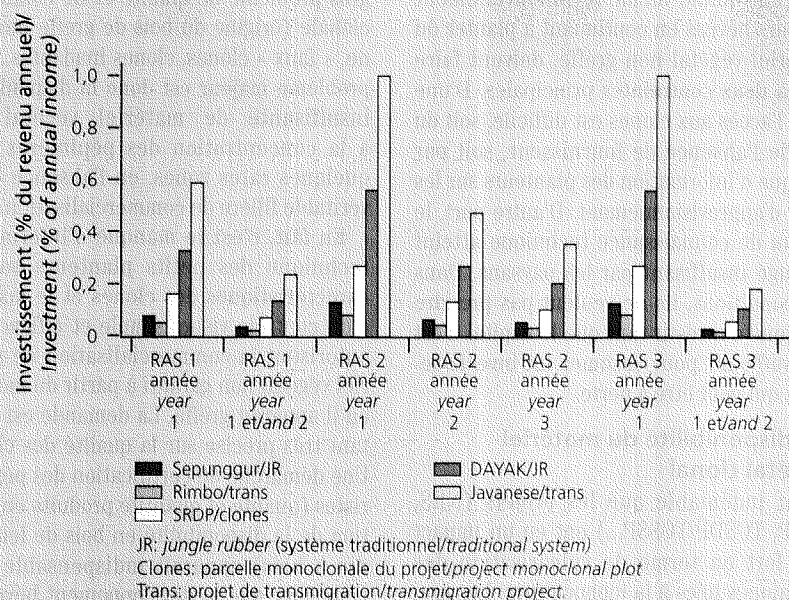


Figure 2. Investissement requis pour l'établissement d'un demi-hectare de plantation pour différents types de RAS. / Required investment for 0.5 hectare of plantings for different types of RAS.

L'analyse des sources de revenus montre une diversité certaine (figure 3) et l'importance de la part de l'hévéa dans les revenus agricoles (entre 60 et 90 % du revenu net des exploitations), mais aussi celle des revenus non agricoles (10 à 25 % à Kalimantan, 15 à 17 % à Jambi pour les planteurs et 75 % pour les trans migrants non planteurs à Kalimantan).

De nouvelles opportunités de travail se sont développées, en particulier dans les plantations de palmier à huile, les plantations d'*Acacia mangium* ou tout simplement liées au développement urbain en pleine explosion à Kalimantan Ouest par exemple. Ces revenus extra-agricoles constituent également une excellente optimisation du temps libre de par la souplesse des emplois possibles. Ils permettent de dégager une capacité d'auto-investissement dans des systèmes de culture plus intensifs modeste mais certaine, en particulier pour les paysans javanais en transmigration, dont la seule alternative à leur situation actuelle de main-d'œuvre captive pour les grandes plantations environnantes est d'investir dans des plantations d'hévéas sur leurs deux hectares de terrain.

Les revenus ultérieurs issus des plantations clonales créent alors une véritable capacité d'investissement du fait de leur forte productivité en instituant un « cercle vertueux » de capitalisation. L'enjeu est donc de favoriser l'implantation de plantations clonales au moindre coût (en intrants et tra-

vail). Les plantations clonales agroforestières de type RAS répondent à cet objectif.

Le développement de systèmes de type RAS est d'autant plus urgent que les *jungle rubber* ne dégagent plus suffisamment de ressources, comme le montre clairement la situation à Kalimantan, pour permettre une accumulation de capital (figure 1). Historiquement, l'extension continue des plantations depuis le début du siècle a été soutenue par une productivité du travail importante des *jungle rubber*, en particulier par rapport à l'agriculture itinérante et en l'absence d'autres opportunités agricoles ou extra-agricoles. La mise en place de migrants spontanés s'est aussi faite avec le développement du faire valoir indirect

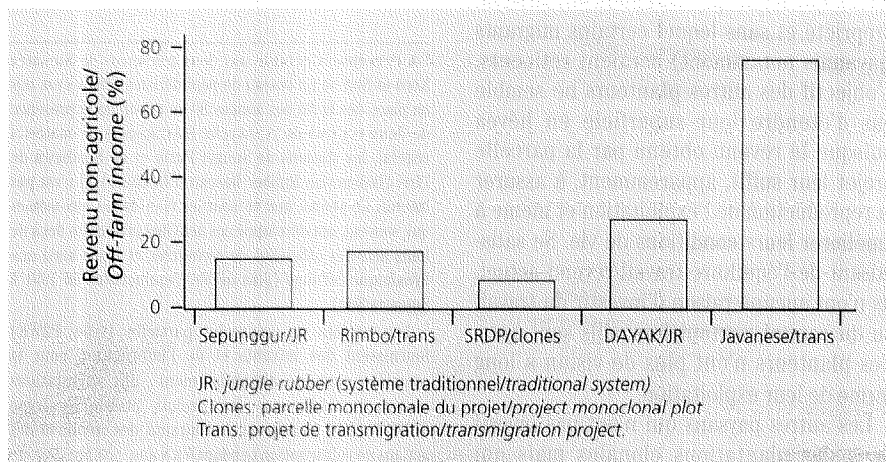
(*share-cropping* ou *Bagi-Hasil* en indonésien) où une partie des plantations de l'exploitation sont saignées par des tiers métayers durant le temps nécessaire à l'établissement de leurs propres plantations. Actuellement, ces systèmes de métayage se maintiennent principalement dans les fronts pionniers aux marges des bassins traditionnels hévéicoles. Ils sont peu développés à Kalimantan.

A terme, l'activité non agricole hors-exploitation (*off-farm*) disparaîtrait au fur et à mesure de l'absorption du travail disponible par les plantations clonales payannes, avec une meilleure rémunération que les emplois dans les grandes plantations (cas des provinces de Sumatra Nord et Sud). La crise économique a également limité en partie ces opportunités avec un gel de l'extension des nouvelles plantations de palmiers à huile en 1998. Les petits planteurs n'ont alors d'autres ressources que le repli sur l'exploitation agricole, une stratégie d'autant plus efficace que la surface plantée en clones est importante. L'essentiel du travail hors-exploitation est constitué du travail dans les grandes plantations environnantes (plus de 50 % dans notre échantillon).

La tendance de l'évolution des systèmes de production observée à Sumatra Sud est l'investissement dans les plantations clonales, puis l'arrêt des cultures pluviales de défriche et l'achat, à terme, de la totalité du riz nécessaire à la famille⁵. La plus forte productivité du travail pour l'hévéa, la rareté

⁵ Le riz est produit sur les îles de Java et Bali à un coût moindre, profitant nettement d'avantages comparatifs pour le riz irrigué à Java (révolution verte réussie). Pour sa part, l'hévéa est cultivé à Sumatra et Kalimantan, sur des sols où la riziculture n'est pas suffisamment productive, ou bien trop risquée.

Figure 3. Part du revenu annuel issu des activités extra-agricoles (essentiellement travail extérieur)/Contribution of off-farm income (primarily outside work) to annual income.



faction de la terre, la spécialisation en hévéaculture et les risques importants des cultures annuelles sèches induisent un changement de stratégie en ce sens.

Enfin, planter des clones d'hévéa, soit une plantation effectivement reconnue comme telle par les autorités, constitue un renforcement de la propriété foncière sur le sol. C'est une protection contre la redistribution des terres par l'Etat au profit de plantations privées — en particulier pour le palmier à huile —, phénomène devenu très important dans années 90. Le développement des systèmes RAS s'inscrit dans cette dynamique.

Pour les paysans en projets de développement, le capital n'est pas dans l'absolu et pour la grande majorité des planteurs un facteur limitant l'investissement dans de nouvelles plantations clonales. Tous projets confondus, à Kalimantan Ouest, le revenu d'exploitation net annuel est en moyenne de 4,5 millions de roupies par hectare, avec des variations selon le type de projet du fait de surfaces variables et de parcelles clonales plus ou moins âgées : 5,2 millions de roupies dans les NES, 5 millions dans les SRDP/TCSDP et 3,7 millions dans les projets à approche partielle. Pourtant, seulement 27 % de ces planteurs ont investi dans une plantation clonale qu'ils ont eux-mêmes plantée (9 %) ou achetée (5,5 %). Par ailleurs, pour une proportion non négligeable (11,5 %), l'investissement a été grandement facilité par l'accès à une nouvelle aide de l'Etat.

Parmi les paysans qui n'investissent pas dans des plantations clonales, 30 % n'ont établi aucune plantation d'hévéa, même avec du matériel végétal local, depuis qu'ils participent au projet. Plusieurs raisons expliquent ce choix. Dans les projets NES, les migrants disposent d'un foncier limité (0,75 ha) dont l'emplacement n'est pas toujours adapté à la culture d'hévéa (zone de bas-fonds). Il leur faut investir dans des terres qui n'ont que rarement un titre de propriété et sans lequel certains migrants (javanais notamment) seraient réticents. L'objectif des autres planteurs ne semble pas d'étendre leur superficie en hévéa puisque le revenu obtenu par la parcelle projet leur suffit, apparemment, à assurer la reproduction de l'exploitation et même à améliorer leurs conditions de vie. Se satisfaisant de l'équilibre travail/revenu actuel, ils n'ont aucune raison d'investir du travail ou du capital, surtout lorsqu'ils sont âgés. Ces planteurs n'ont plus de vision à long terme de leur exploitation.

Les autres paysans qui n'ont pas investi dans des plantations clonales mais qui

assurent quand même le renouvellement de leurs hévéas en continuant à planter du matériel végétal non greffé, doivent faire face à deux contraintes principales. D'une part, l'accès aux clones est difficile, soit du fait de l'absence de fournisseur, soit par manque d'information des planteurs sur les lieux d'approvisionnement. D'autre part, le niveau de connaissance technique atteint est jugé insuffisant par les paysans. Dans ces conditions, ils ne veulent pas prendre le risque d'investir tant que le capital n'est pas suffisant pour assumer un investissement qui peut être à perte.

L'indisponibilité du matériel végétal clonal

Il est indéniable que les projets (NES, SRDP, TCSDP/TCSSP...) ont eu un impact très fort en terme de vulgarisation des techniques liées à la monoculture. Les pratiques agroforestières, y compris les cultures intercalaires, n'ont été reconnues, et autorisées, que très récemment. Les projets sont restés longtemps les seuls pourvoyeurs de matériel clonal d'hévéa en l'absence d'infrastructures de multiplication privées⁶. Jusqu'en 1990, certains experts anglo-saxons pensaient même que les clones n'étaient pas adaptés pour les petits planteurs et préconisaient l'emploi de graines polyclonales, aux performances inférieures mais plus faciles à utiliser (Barlow, 1993). L'émergence d'un marché pour les clones vers le milieu des années 80, et le développement conséquent des pépinières privées, en particulier dans les provinces de Sumatra Nord et Sud (Gouyon, 1995), plus récemment à Jambi (Penot et Komardiwan, 1998) et dans une moindre mesure à Kalimantan Ouest (Schueller, 1997), ont infirmé cette hypothèse.

Les enquêtes réalisées en 1997-1998 auprès des pépiniéristes privés et des projets en approche partielle⁷ ont montré un

gros problème de qualité et de conformité clonale (origine du bois de greffe incertaine, « faux » clones, clones inadaptés...). Le problème majeur est donc la disponibilité insuffisante de matériel végétal liée à la concentration des pépinières dans quelques rares zones, en l'absence d'une véritable filière de commercialisation.

En fait, c'est le manque d'information technique des petits planteurs sur les caractéristiques des clones et le manque d'un contrôle visuel simple et efficace qui autorisent la commercialisation de matériel végétal non garanti à partir du moment où il apparaît greffé. La demande est pourtant très précise sur la qualité des clones. Une démarche de certification des pépiniéristes (qualité et quantité produite en fonction de la disponibilité en bois de leur jardin à bois) apparaît indispensable pour empêcher que le développement hévéicole ne soit freiné à terme.

Le facteur travail pendant la période immature

Une autre contrainte majeure réside dans la quantité de travail à investir pendant la période immature. On retrouve le problème du retour sur investissement en intrants et travail qui constitue un frein majeur pour le planteur traditionnel. Par comparaison, la mise en place d'un *jungle rubber* ne demande qu'une main-d'œuvre marginale lors de sa culture de riz pluvial et pratiquement plus de main-d'œuvre pendant la période immature. Les petits planteurs traditionnels sont extrêmement sensibles à la productivité du travail qui reste importante pour le *jungle rubber* par rapport à la riziculture sèche sur brûlis, mais est encore démultipliée par 3 ou 4 avec l'usage des clones, à l'instar du revenu par hectare.

Adopter les clones, en RAS ou en monoculture, constitue de ce fait une intensification en travail certaine, en particulier pour les trois premières années après plantation qui sont les plus critiques en terme de croissance des arbres⁸.

Les cultures intercalaires et les autres cultures pérennes associées à l'hévéa (certains fruitiers et bois à croissance rapide) permettent de mieux valoriser le travail investi en période immature.

L'accès à l'information technique

Finalement, la contrainte peut être la plus importante qui conditionne les

⁶ A l'exception notable des deux provinces de Sumatra Nord et Sud où un réseau de pépiniéristes privés s'est mis en place dès la fin des années 80 en raison de la présence de deux centres de recherche fournisseurs de matériel végétal, les stations de Sungei Putih et de Sembawa de l'Irri (Indonesian Rubber Research Institute). Il n'est pas interdit de penser que ce sont les chercheurs eux-mêmes qui, souvent, ont développé ces activités privées en deçà de leurs activités officielles de recherche, et lancé ainsi une dynamique certaine (plus de 500 pépiniéristes en 1991 à Sumatra Sud).

⁷ Les projets en approche partielle (type P2WK) fournissent des intrants et de l'information pour la première année d'établissement des plantations seulement, alors que les projets classiques (type SRDP/TCSDP) fournissent des intrants, des crédits et des actions de vulgarisation pendant 5 à 8 ans.

⁸ Le niveau de production de l'hévéa, en conditions climatiques non limitantes, dépend essentiellement du génotype, du maintien d'une bonne densité de plantation et de la bonne croissance des arbres en période immature.

autres est celle du manque d'informations techniques précises et localement adaptées sur les innovations techniques disponibles tant en monoculture qu'en agroforesterie. Les thèmes techniques portent sur le matériel clonal d'hévéa, les herbicides, les fongicides contre les maladies de feuilles et de racines, la fertilisation raisonnée, le type de saignée en 1/2 spirale et fréquence réduite, la stimulation... Les services de vulgarisation n'ont par contre pas suffisamment pris le relais pour informer la vaste majorité des paysans hors-projet. La diffusion des innovations se fait encore le plus souvent par le bouche à oreille entre paysans (avec en partie « l'effet projet ») ou via les *traders* locaux (*tokeh*). La Banque mondiale a donc récemment mis en place un projet d'organisation et de formation d'agents de vulgarisation au sein des BIBP (*Balai Informasi Bangunan Perkebunan*, service d'information sur les cultures).

Ce manque d'informations précises a deux conséquences majeures. D'une part, les planteurs hésitent à investir dans certaines innovations sans en connaître les risques. Ils se limitent le plus souvent au matériel végétal et ne connaissent pas ou peu les doses et les techniques d'utilisation (fréquence de nettoyage, type d'engrais, date d'apport, type de maladies...). D'autre part, ce manque de connaissance technique freine leur motivation à intensifier leur système de culture du fait de la non-appréciation du risque financier encouru.

Conclusion

Les petits planteurs sont confrontés à deux enjeux : la replantation des anciens *jungle rubber* — renouvellement du capital productif et intensification — et la réalisation de nouvelles plantations — processus d'acquisition définitive de la terre encore disponible directement à travers la mise en place de plantations clonales. L'abandon des cultures sèches est progressif et le passage à une spécialisation en hévéaculture

clonale sur des exploitations agricoles de taille réduite (4 à 8 ha) est en cours. Un changement majeur du paysage agraire intervient avec l'intrusion du palmier à huile comme alternative de culture proposée par les projets de transmigration et, le plus souvent, par des projets privés fournissant crédit et intrants.

L'hévéa reste cependant le plus souvent la principale alternative, la plus souple et aussi la plus adaptée aux pratiques traditionnelles agroforestières locales — diversification du revenu, durabilité des systèmes — et à la capacité d'autofinancement des producteurs locaux, en particulier pour ceux ayant une large superficie en *jungle rubber* (Jambi) ou ayant déjà des plantations clonales (projets NES ou SRDP/TCSDP).

Contrairement à une idée généralement admise par les services de vulgarisation et les projets de développement, ce n'est pas toujours le capital d'investissement qui constitue la contrainte majeure des petits planteurs au développement d'une hévéaculture plus productive utilisant les clones en Indonésie. Les contraintes résident aussi dans les techniques impliquant un investissement important en main-d'œuvre pendant la période immature de l'hévéa — en particulier pour la monoculture —, le manque de matériel végétal amélioré, et surtout le manque d'informations précises sur les innovations techniques et leurs combinaisons. La priorité a été donnée pendant longtemps et jusqu'à très récemment au modèle basé sur la « monoculture ».

Le rattachement des services de vulgarisation au ministère de la forêt, la prise en compte des caractéristiques intéressantes de l'agroforesterie traditionnelle indonésienne — réduction des intrants et du travail, maintien de l'environnement, conservation d'une partie de la biodiversité et de la diversification des revenus — ont permis l'acceptation du concept RAS, voire son intégration très récente dans certains projets de développement⁹ dans un contexte

international où l'Indonésie est très attaquée sur sa gestion des ressources naturelles, en particulier forestières (feux). Dans cette optique, les systèmes agroforestiers à base d'hévéa (RAS) semblent avoir un brillant avenir en raison du coût des intrants et des besoins raisonnables de leur technologie, à condition que les informations soient fournies aux producteurs.

Les systèmes de production à base de *jungle rubber* dans les plaines centrales de Sumatra et de Kalimantan ont donc maintenant le choix entre trois alternatives pour améliorer la productivité des systèmes de culture : la monoculture d'hévéa, les systèmes agroforestiers à base d'hévéa (RAS) et le palmier à huile. Les petits planteurs en zone de piémont et de basse montagne n'ont guère d'autre choix que les systèmes RAS (et la cannelle) dans les zones traditionnelles d'hévéaculture de Sumatra. Dans la province de Sumatra Ouest, le succès enregistré par l'expérimentation, à petite échelle sur un bassin versant (dans le District de Pasaman Est), des systèmes RAS avec les populations Minangkabau apparaît comme très prometteur. Enfin à Sumatra Ouest comme à Kalimantan Ouest, la réhabilitation des savanes à *Imperata cylindrica* par les systèmes RAS montre une voie possible de mise en valeur des centaines de milliers d'hectares couverts par cette adventice.

Les stratégies des petits planteurs sont également dépendantes de l'accès au foncier. L'adoption de systèmes « officiellement améliorés » par l'usage des clones permet donc une meilleure protection des communautés locales face aux tentatives de récupération des terres par l'Etat. Les RAS, systèmes améliorés, plus accessibles que la monoculture aux petits planteurs constituent une opportunité évidente de consolidation du droit foncier pour les communautés locales. ■

⁹ En particulier le JRDP (*Jambi Regional Development Project*) de la Banque mondiale à Jambi et le SFDP (*Social Forestry Development Project*) de la GTZ à Kalimantan Ouest.

Bibliographie / References

- ANON, 1996. Rapport annuel 1995. ASB, Alternatives to slash and burn/ICRAF, Bogor, Indonésie, 154 p.
- BARLOW C., 1987. Smallholder rubber in South Sumatra. Sembawa, Indonésie, Balai Penelitian Perkebunan, Indonesian Rubber Research Institute et Australian National University, 32 p. (document interne).
- BARLOW C. 1993. Towards a planting material policy for Indonesia rubber smallholdings: lessons from past projects. CPIS papers. Jakarta, Indonésie, Ministry of Finances, 34 p.
- BURATHANAM W. K., SHUGAMNERT S., 1992. Recent advances in multicropping with hevea in Southern Thailand. Farming system research seminar, Prachua Kirikhan, Thaïlande, février 1992. Rubber Research Institute of Thailand, 23 p.
- COURBET P., PENOT E., ILAHANG I., 1997. Farming systems characterization and innovations adoption process in West Kalimantan. In : SRAP workshop on rubber agroforestry systems in Indonesia, Bogor, Indonésie, 29-30 septembre 1997, E. Penot, G. Wibawa et S. Williams éd., Bogor, Indonésie, International Centre for Research in Agroforestry, 25 p.
- DE FORESTA H., 1997. Smallholder rubber plantations viewed through forest ecologist glasses. An example from South Sumatra. In : SRAP workshop on rubber agroforestry systems in Indonesia, Bogor, Indonésie, 29-30 septembre 1997, E. Penot et G. Wibawa éd. Bogor, Indonésie, International Centre for Research in Agroforestry, 11 p.
- DJIKMAN J., 1951. 30 years of rubber research. University of Miami, Etats-Unis, 350 p.
- DOVE M., 1993. Smallholder rubber and swidden agriculture in Borneo: a sustainable adaption to the ecology and economy of tropical forest. Econ. Bot. 47 (2) : 136-147.
- GOUYON A., 1995. Paysannerie et hévéaculture: dans les plaines orientales de Sumatra : quel avenir pour les systèmes agroforestiers ? Thèse de doctorat, Institut national agronomique de Paris-Grignon, France, 2 vol., 583 p.
- KELFOUN A., PENOT E., 1997. Farming systems characterization and innovations adoption process in Jambi. In : SRAP workshop on rubber agroforestry systems in Indonesia, Bogor, Indonésie, 29-30 septembre 1997, E. Penot, G. Wibawa et S. Williams éd., Bogor, Indonésie, International Centre for Research in Agroforestry, 30 p.
- PENOT E., 1996. Improving productivity in rubber based agroforestry systems (RAS) in Indonesia: a financial analysis of RAS systems. GAP-KINDO annual seminar, Sipirok, Sumatra Nord, Indonésie, 13 p.
- PENOT E., 1997a. From shifting agriculture to sustainable jungle rubber in Indonesia : a history of innovations integration for smallholders in peneplains of Sumatra and Kalimantan since the turn of the century. Workshop on indigenous strategies for intensification of shifting cultivation in Southeast Asia, Bogor, Indonésie, janvier 1997, ICRAF, 27 p.
- PENOT E., 1997b. Prospects for the conservation of secondary forest biodiversity within productive rubber agroforests. CIFOR-USAID International workshop on management of secondary forest in Indonesia, Bogor, Indonésie, novembre 1997, p. 21-32.
- PENOT E., 1998. L'amélioration des agroforêts à hévéa en Indonésie. Plant. Rech. Dév. 5 (2) : 99-110.
- PENOT E. BUDIMAN A.F.S., 1998. Environmental aspects of smallholder rubber agroforestry in Indonesia : reconcile production and environment. International Rubber Conference, Paris, France, mai 1998, 22 p.
- PENOT E., KOMARDIJAN I., 1998. Rubber planting material availability and production in the Jambi province, Indonesia. World Bank study report for the JRDP. Jakarta, Indonésie, 191 p.
- PENOT E., WIBAWA G., WILLIAMS S., 2000. Rubber agroforestry systems in Indonesia. Proceedings of the SRAP workshop on rubber agroforestry systems in Indonesia, Bogor, Indonésie, 29-30 septembre 1997, Bogor, Indonésie, ICRAF/CIRAD, 500 p.
- PENOT E., RUF F., 2001. Rubber cushions the smallholder: no crisis, no windfall. In : Agriculture in Crisis: People, Commodities and Natural Resources in Indonesia, 1996-2000, F. Gérard et F. Ruf éd., Richmond, Royaume-Uni, Curzon Press, Cirad (sous presse).
- SCHUELLER W., PENOT E., SUNARYO I., 1997. Rubber improved genetic planting material (IGPM) availability and use by smallholders in West Kalimantan. In : SRAP workshop on rubber agroforestry systems in Indonesia, Bogor, Indonésie, 29-30 septembre 1997, E. Penot, G. Wibawa et S. Williams éd., Bogor, Indonésie, International Centre for Research in Agroforestry, 18 p.

Improved rubber agroforests in Indonesia: myth or reality?

Penot E. ¹, Courbet P. ², Chambon B. ¹, Ilahang ³, Komardiwan I. ³

¹ CIRAD-TERA, TA 60/15, avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France

² Consultant, ICRAF/SRAP, Smallholder Rubber Agroforestry Project, BP 161, Bogor, Indonesia

³ ICRAF/SRAP, Smallholder Rubber Agroforestry Project, BP 161, Bogor, Indonesia

In Indonesia, the stakes involved in converting jungle rubber to more productive systems are huge. The constraints faced by smallholders and State withdrawal from the rubber sector mean that financially accessible alternative cropping systems now have to be found.

Rubber systems have withstood the major economic and ecological crisis in Indonesia since September 1997 relatively well. The time is thus ripe for the necessary conversion of the traditional rubber systems, jungle rubber, into improved rubber agroforestry systems. Such agroforests are characterized by the use of improved varieties—clones—, so as to remain competitive in terms of productivity while conserving the ecological advantages of agroforestry systems (ecological sustainability and fertility). Agroforestry practices are less input- and labour-intensive than monoculture systems, particularly during the immature period. This five- to seven-year period prior to production is the most critical, since it calls for both labour and capital with no immediate return. Agroforestry also eventually provides a more diversified income from the sale of fruits, wood, rattan and other products. Lastly, it conserves a proportion of the original biodiversity for some systems at least part of which is economically useful.

Smallholder trials using a participatory approach negotiated with planters resulted in the development of complex rubber agroforestry systems (RAS) as new rubber cropping systems (Penot, 1998).

The main overall problem is how to fund the shift to more productive systems: either clonal monocultures, or these improved agroforestry systems using clones and fewer inputs. The investment required for RAS is lower than that for monoculture, but is still substantial compared to traditional jungle rubber systems (zero capital and little work input).

Rubber trees take a long time to mature: at least five years, but more often six or seven, depending on land quality, climate and above all upkeep in young plantings.

The adoption and extension of RAS has run up against obstacles that go far beyond the need for capital investment. The difficulties encountered by relatively well-off smallholders in renewing their monoculture plantings following projects are proof that investment capital is not the

only constraint, although it is still crucial for smallholders not affiliated to projects, who do not have access to credit.

This article analyses those obstacles, demonstrating that the search for a solution goes beyond farm level and involves other stakeholders in the sector.

Jungle rubber: the dominant model for rubber smallholdings

Since its introduction at the start of the century, the development of rubber growing throughout Southeast Asia has been characterized by two phenomena: the development of jungle rubber using seedlings (particularly in Sumatra and Kalimantan), and monoculture type systems based on the estate model, primarily introduced in North Sumatra, the historical home of the estate belt. The dominant type among planters not affiliated to projects is clearly jungle rubber.

In Kalimantan, jungle rubber has helped to sedentarize the shifting systems, initially based on upland rice and gathering, practised by the Dayaks (a group living in the inland areas of Borneo). It has enabled a degree of local development and a very marked improvement in the standard of living for local populations. Jungle rubber and production systems based on these cropping systems have been widely studied and recounted (Djikman, 1951; Barlow, 1987; de Foresta, 1997; ASB, 1996; Dove, 1993; Gouyon, 1995). The process of endogenous technical innovations in jungle rubber systems by local planters reached a peak in the 1980s (Penot, 1997a).

Increasing rubber system productivity necessarily means using improved planting material, clones, which have three times the production potential of the local material used in jungle rubber systems. The main inputs required are chemical fertilizers for the first three years, and Glyphosate. This herbicide reduces labour costs and improves overall work efficiency for controlling *Imperata cylindrica*. The cropping practices of a small number of farmers (in Kalimantan, Jambi, and North and South Sumatra)

combining agroforestry and innovations developed from monoculture were observed with a view to developing RAS. A new innovation pattern developed, combining traditional know-how with institutional input from projects and their "modern" technical approach, monoculture. The mechanisms involved in innovation and in the adoption of certain technical innovations have already been studied (Penot, 1997a).

Over 2.5 Mha of jungle rubber¹ have yet to be improved. In Indonesia, jungle rubber is thus still the dominant planting model for smallholders not affiliated to projects. We will attempt to identify more clearly the real constraints facing these planters, which limit their ability to evolve and adopt technical alternatives.

The stakes involved in rehabilitating old plantations and extending new ones are huge. Interms of clonal planting Indonesia has fallen behind its neighbours Malaysia and Thailand, which have had a real clone-based replanting strategy since the 1960s. What is at stake represents roughly the areas replanted in Malaysia and Thailand in the past 30 years. These three countries currently account for 93% of the area planted with rubber worldwide.

The very rapid evolution of the Indonesian economy, the recent crisis in 1997-1999, the existence of new technical or economic alternatives such as oil palm, and the high land ownership pressure exerted by private planting companies have all served to define this new issue for Indonesian smallholders. The aim is to increase the productivity of jungle rubber systems by replanting with systems that are both more productive and more accessible than monoculture, particularly in terms of the investment and work input required. RAS (see box) have been proposed and are being tested on smallholdings as a response to this issue. In

¹ This situation is entirely specific to Indonesia. His two powerful neighbours have set up monoculture type estates with substantial government support.

short, it is the implicit recognition of clone-based RAS as the basis for future development in the sector that is the key to this research programme, in a country where over 5 Mha of land are covered by various types of agroforests.

The 1970s to 90s were dominated by a technocratic approach based on a cropping model developed on estates: monoculture. The projects implemented had a very positive impact on the sector overall, but that impact was nevertheless largely insufficient. What are the factors limiting the extension of monoculture systems outside projects?

Clones and monoculture, the dominant model for projects

Smallholders were given extremely limited technical support until the 1980s. Indonesia concentrated its efforts on irrigated rice growing, adding food self-sufficiency as a priority in 1967. Since the start of the 1970s, under 15% of smallholders have had access to rubber development projects, whether comprehensive (sectorial projects) or partial (inputs and technical information for just one year).

Since 1978, the Indonesian government has been trying to promote various types of rubber development projects: NES (Nucleus Estate Scheme or PIR, *Perkebunan Inti Rakyat* in Indonesian) in transmigration zones, and SRDP/TCSDP (Smallholder Rubber Development Project/Tree Crop Smallholder Development Project), which have been concentrating on local smallholders since the 1980s, with World Bank funding. All these projects offered comprehensive technological packages strictly centring on monoculture alone, and credit for the first seven years. Annual food intercrops during the immature period, and intercropping with other tree crops, were strictly prohibited. More recently, since 1990, certain projects with a more partial approach (P2WK, PKT, etc.)², supplying inputs for the first year alone, have taken over on very limited areas and, as far as the TCSDP is concerned, authorized intercrops as of 1994 and even rattan as an intercrop as of 1996, a decision that was in fact questionable. Some of the projects now also include a partial support component (for instance the SRDP/TCSDP).

In fact, counting only those plantings actually producing, just 10% of planters had clonal plantings. It was more the projects launched in the 1970s that failed: ARP (Assisted Replanting Programme), CGC (Group Coagulating Centre), PRPTE (*Proyek Rehabilitasi dan Perluasan*

Tanaman Ekspor, export crop rehabilitation project). The NES and SRDP/TCSDP projects, on the other hand, can technically be considered successful, even though the problems encountered with credit repayment mean that they were not necessarily so on a financial level. These projects were funded by the World Bank or the Asian Development Bank (for the TCSSP, Tree Crop Smallholder Scheme Project). The stricter financial and technical controls imposed by these financial institutions, particularly the presence of experts and effective collaboration between Indonesian institutions, is not unrelated to the success of these projects. The projects generally called upon the best Indonesian rubber technicians from the extension sector, who are still very active in the private sector, since many of them have themselves set up clonal planting material nurseries in some provinces with a view to satisfying the increasing demand from planters not affiliated to projects.

These projects enabled the large-scale dissemination of certain important technical concepts, particularly those related to clones and aimed at achieving high productivity of from 1 500 to 2 000 kg/ha/year, compared to the non-selected local material used in jungle rubber systems, which produces just 500 kg/ha/year. The overall cost (planting credit and supervision) and heavyweight approach (eight-year monoculture and extension package) significantly limited the direct impact of these projects. Their indirect impact, through the dissemination of technical concepts linked to the use of clones, was much greater. There is not a single planter in Indonesia these days who does not want to replant with clones.

However, the switch to clones, even in RAS type systems, calls for reallocation of production factors, particularly labour, and investment capital over the first three to five years. These investments are a break in financial terms from the traditional jungle rubber systems, which involved zero capital investment and just a few days' work per year (even at the time of planting).

Replanting with clones, whether in RAS or monoculture systems, thus depends partly on the planter's ability to build up the necessary capital—or his access to credit—and partly on the factors enabling the adoption and mastery of technical concepts, particularly technical information and planting material availability and quality. Adapting such cropping systems to local social conditions, particularly the land ownership system and work patterns, does not seem to be an unsurmountable obstacle.

The difficulty of reproducing the system outside projects, and the lack of credit and of investment possibilities revealed the limitations of the sectorial project approach. Two worlds

were clearly apparent, firstly that of the developers, who were sure of their technique (monoculture), which can indeed be extended on a large scale and has a degree of "universality", but blind to the overall cost of rehabilitating all the existing plantations³. The other was that of smallholders, most of whom were unable to take part in the development projects. The planters affiliated to projects acquired a degree of investment capacity through the capitalization afforded by the plots involved in the projects. However, many of them did not make use of it, and chose to increase their own consumption and improve their standard of living rather than investing. Planters not affiliated to projects were reduced to investing in very small plots, or most often turned to crops for which there was a chance of 100% credit, like that offered by certain companies for oil palm.

Access to private credit provided by private estates often does not come cheap: credit conditions are vague, the calculation methods are at best lacking in transparency and at worst downright scandalous, and loans are only granted on a land exchange basis (for every 7.5 ha, just 2 ha of plantings are returned to planters in West Kalimantan, for instance).

One of the rubber development projects' first reactions was to reintroduce practices aimed at optimizing the work put in during the immature period (TCSPP). One example of this is intercrops, and even, in 1995-1996, rattan, which is considered a tree crop since it takes six to eight years to grow tall enough to be harvested.

The late 1990s saw the end of the sectorial projects and the advent of new approaches: regional projects in Jambi and Bengkulu, support for the restructuring of the new extension service with the BIBP (*Balai Informasai Bangunan Perkebunan*), etc. The projects enabled the large-scale extension of clones, and revealed the major problem of a lack of capital or the impossibility of obtaining credit for the vast majority of planters.

However, is capital the only obstacle? What are the alternatives that would reduce the need for investment in clone plantings?

Rubber agroforestry systems

Jungle rubber is an extensive system that requires few inputs and is easy to set up. It is ideal for the planting conditions in pioneer zones, but is not very productive. Monoculture is productive but calls for substantial investment in financial and human terms during the immature period. What remained was to find a compromise between the two types of systems. A research and development programme involving

² These projects are generally conducted by *Dinas Perkebunan*, the plantation extension service, with provincial or national funds from the Indonesian government.

³ At a cost of US\$ 2 000/ha rehabilitated (mean cost for SRDP/TCSDP type projects), it would take US\$ 5 billion to fund the whole of the replanting programme.

participatory trials on smallholdings was conducted with a view to optimizing certain agroforestry systems, RAS, which go further towards satisfying the constraints faced by individual planters.

The aim was to show that properly selected clones could grow and perform well in agroforestry systems that provide diversified revenue and a naturally balanced environment, and indeed even help to regenerate fertility (Penot and Budiman, 1998). The basic hypothesis that rubber tree production remains constant when intercrops are grown was tested in a trial in southern Thailand (Burathanam and Shugamner, 1992) and through observations of former monoculture plots in which agroforestry practices were reintroduced (Sanjan village, West Kalimantan (Schueller *et al.*, 1997)).

RAS were developed by the SRAP (Smallholder Rubber Agroforestry Project), and are based on introducing improved clones in systems requiring few inputs. Agroforestry practices are less labour-intensive and require lower quantities of certain inputs (Penot, 1998). The principle of such systems is not new: Dutch researchers suggested the idea of "jungle weeding" in the 1930s cited by Djikman, 1951.

The main advantages of such systems are as follows: conservation of a degree of biodiversity similar to that of secondary forest in RAS 1 (Penot, 1997b); environmental improvement and rehabilitation of degraded zones (improved soil fertility and soil water economy, etc.) (Penot and Budiman, 1998); lower input requirements (use of natural vegetation against some weeds such as *Imperata cylindrica*, etc, or planting fast-growing, bulky shade trees to reduce herbicide requirements); optimizing work efficiency by combining products (annual intercrops, fruit and timber, rattan and certain cash crops); limiting upkeep by judicious use of natural vegetation or by combining crops with appropriate cover plants and fast-growing trees.

The RAS trials showed that under certain conditions, clones could be planted in different agroforestry situations, including those with secondary forest as an intercrop, during the critical plantation establishment period (Penot *et al.*, 2000). Prospective economic modelling (Penot, 1996) also demonstrated the economic merits of such systems compared to monoculture and jungle rubber.

The cost of setting up RAS was estimated. To keep costs and prices comparable and stable, they are quoted as of July 1997, before the crisis. The rubber and input price and cost of living variations and volatility during the crisis did not fundamentally change the orders of comparison (Penot and Ruf, in press).

In comparison, setting up a hectare under an SRDP type project (for the whole unproductive

phase, up to opening) costs around US\$ 2 000, ie Rp 4.8 million (integrated "project cost", including technical support). The average proportion actually repaid by the planter, excluding financial costs, is US\$ 600 or Rp 1.44 million.

The constraints on modernizing rubber growing

Our typology, which was based on the 1997 surveys aimed at characterizing production systems, includes the following types of production systems:

- traditional Malayu system (from the central part of Sumatra island), based on jungle rubber, village of Sepungur, Jambi, Sumatra;
- transmigrant Javanese farmers covered by NES projects, with 2 ha of clonal plantings, village of Rimbo Bujang, Sumatra;
- traditional Dayak system with SRDP clonal plots, village of Sanjan, Kalimantan;
- traditional Dayak system based on ageing jungle rubber, villages of Kopar and Engkayu, Kalimantan;
- transmigrant Javanese farmers covered by a "food crops" project, with new non-clonal, as yet unproductive rubber plantings (transitional system), village of Trimulia, Kalimantan.

The constraints were identified according to this typology.

Capital: one, but not the only, precondition for replanting

In Indonesia, the dominant view among development bodies is one of poor farmers with no possibility of building up capital, hence of investing, linked to the lack of recognition of jungle rubber plantings as viable cropping systems.

The survey results (Kelfoun *et al.*, 1997; Courbet, 1997) clearly showed that capital was not the main constraint, particularly in Jambi province (figure 1).

Many producers, including those without clonal plots, could raise enough money to invest in setting up a quarter of a hectare, or even half a hectare, of low-cost RAS every two years (table). This observation was true for a range of agricultural situations: a rubber transmigration zone in Jambi (NES with Javanese farmers) or TCSDP project zones in Kalimantan⁴ (with local Dayak farmers), but also traditional jungle rubber zones in Jambi (local Malayu farmers). In this last case, a certain number of jungle rubber plantings were also run on a sharecropping basis, providing their owners with appreciable extra income.

⁴ In West Kalimantan, production in project clonal plots is lower than in Jambi due to the choice of clone GT 1, which is highly susceptible to a very aggressive endemic leaf disease, *Colletotrichum*, which reduces mean yields to 1 000-1 200 kg/ha/year, compared to 1 600-1 800 kg/ha/year in Sumatra for the TCSDP project.

Limited, gradual and planned investment in replanting 2 to 3 ha over ten years would not substantially modify how production factors are managed, and would enable a smooth transition to more intensified cropping systems, particularly in Sumatra, where incomes are higher than amongst the Dayak farmers of Kalimantan.

This has been proved by the rapid, dynamic development of a private nursery sector in Jambi (producing clonal planting material), supported by demand from local smallholders (Penot and Komardiwan, 1998) and by more measured development in Kalimantan, primarily as a result of institutional demand (*Dinas Perkebunan* or State extension service (Schueller *et al.*, 1997)).

However, in Kalimantan, the systems based on ageing jungle rubber (case of Dayaks not affiliated to projects) generate income levels that do not allow for investment in new clonal plantings, and are barely enough for plantation renewal. The same trend was seen for the "transmigrant farmer with annual crops" type (case of Javanese farmers), for whom outside work generally provides a major share of their annual income.

In effect, the investment required to set up half a hectare of RAS 1, 2 or 3 depending on the strategy corresponds to anywhere between 33 and 55% of the nett income of traditional Dayaks (jungle rubber) and up to 60 to 100% for transmigrant farmers with no tree crops (figure 2). The investment required in the first year thus seems impossible for these smallholders.

This has resulted in a "replanting crisis" linked to the lack of capital accumulation resulting from the lower yields obtained with jungle rubber systems, and often to their advanced age.

Contrary to the views of officialdom, rubber-based farming systems, particularly jungle rubber systems, have in the past been a modest but real source of capital. To begin with, this accumulation of capital enabled a real improvement in the standard of living among planters (children's education, improvements to health and accommodation), which is still a major priority when thinking about future investment in replanting. The second stage of the improvement consisted in buying motorbikes, televisions and satellite dishes, which sold like hot cakes in the 1990s, particularly to the richest producers, those farmers covered by SRDP or NES projects.

An analysis of sources of income revealed a marked diversity (figure 3) and the role of rubber in agricultural income (between 60 and 90% of farmers' nett income), but also in non-agricultural income (10 to 25% in Kalimantan, 15 to 17% in Jambi for planters and 75% for transmigrants who did not have their own plantings in Kalimantan).

New work opportunities have developed, particularly in oil palm estates and *Acacia mangium* plantations, or quite simply jobs linked to the booming urban development in West Kalimantan, for instance. Off-farm activities are also an excellent way of optimizing free time, given the flexibility of the jobs available. They can be used to build up a modest but secure capital with a view to investing in more intensive cropping systems, particularly for transmigrant Javanese farmers, whose only alternative to their current situation as captive labour for the surrounding large estates is to invest in planting rubber on their 2 ha of land.

The additional income obtained from clonal plantings as a result of their high productivity thus constitutes a real investment capacity, by establishing a "virtuous circle" of capital generation. The priority is thus to encourage the establishment of clonal plantings at low cost (in terms of inputs and labour). RAS type clonal plantings fulfil this aim.

The development of RAS type systems is thus all the more urgent in that jungle rubber systems no longer generate enough income to enable capital accumulation, as clearly shown by the situation in Kalimantan (figure 1). Historically, the continuous extension of rubber plantings since the turn of the century has been supported by the significant labour effectiveness of jungle rubber systems, particularly in relation to shifting agriculture and for want of any other agricultural or off-farm opportunities. The establishment of spontaneous immigrants was also a result of the development of sharecropping (*Bagi-Hasil* in Indonesian), in which a part of a farm's plantings are tapped by sharecroppers until their own plantings are ready for opening. Such sharecropping systems are now primarily found along the pioneer fronts on the edges of the traditional rubber basins, and are not common in Kalimantan.

Eventually, off-farm non-agricultural activities will be abandoned as the available work force is absorbed by the smallholder clonal plantings, which pay better than working on large estates (as is the case in North and South Sumatra). The economic crisis also partly limited the opportunities available, with the freeze on new oil palm extensions in 1998. Smallholders have had no option but to rely on their own farms, a strategy which is all the more effective the larger the area planted with clones.

Off-farm work in fact primarily concerns the surrounding large estates (over 50% in our sample).

The trend in terms of changes in production systems in South Sumatra is towards investment in clonal plantings, abandoning rainfed crops on cleared land and eventually buying in all the rice the family needs⁵. The higher labour effective-

ness of rubber, the shrinking areas available, the specialization in rubber growing and the high risks involved in upland crops have all encouraged a change in strategy along these lines.

Lastly, planting rubber clones, ie setting up a planting officially recognized as such by the authorities, acts as further proof of land ownership. It helps to protect planters against land redistribution to private companies by the government—particularly for oil palm—which became a major problem in the 1990s. The development of RAS is part of this trend.

For most planters affiliated to development projects, in absolute terms, capital availability is not a limiting factor in relation to investment in clonal plantings. All projects combined, in West Kalimantan, the nett annual income per hectare is Rp 4.5 million on average, with variations depending on the type of project in view of the variable areas and age of clonal plantings: Rp 5.2 million for NES, 5 million for SRDP/TCSDP and 3.7 million for partial support projects. However, just 27% of such planters have invested in clonal plantings, which they have set up themselves (9%) or bought (5.5%). Moreover, for a high proportion (11.5%), investment was largely facilitated by access to new State aid.

Of the farmers who have not invested in clonal plantings, 30% have not set up any rubber plantings at all, even of local planting material, since they have been involved in the projects. There are several reasons for this. In the NES projects, migrants have a limited area of land (0.75 ha), which is not always appropriate for rubber (lowlands, for instance). They have to invest in land for which they rarely have deeds of ownership, without which other migrants (notably from Java) would be reluctant. The aim of other planters is apparently not to extend their areas of rubber, since the income provided by their project plot seems to be sufficient to ensure farm reproduction and even improve their standard of living. They are satisfied with the current work/income balance, and see no reason to invest either labour or capital, particularly those who are elderly. Such planters no longer have long-term plans for their farms.

Other planters who have not invested in clonal plantings but are nevertheless renewing their rubber trees by continuing to plant local non-budded planting material are faced with two main constraints. On the one hand, access to clones is difficult, either for want of a sup-

plier, or for want of information on where to find supplies. On the other hand, planters feel that the current technical know-how is insufficient, and are reluctant to take the risk of investing unless they have sufficient capital to be able to afford to lose their investment.

The shortage of clonal planting material

It is undeniable that the projects (NES, SRDP, TCSDP/TCSSP, etc) have had a very strong impact in terms of the extension of techniques linked to monoculture. Agroforestry practices, including intercrops, were only very recently recognized and authorized. The projects were for some considerable time the only suppliers of rubber clones, in the absence of private propagation companies⁶. Until 1990, certain English-speaking experts even considered that clones were unsuitable for smallholders, and recommended the use of polyclonal seeds, which perform less well but are easier to use (Barlow, 1993). The emergence of a market for clones in the mid-1980s, and the significant development of private nurseries, particularly in North and South Sumatra (Gouyon, 1995), more recently in Jambi (Penot and Komardiwan, 1998), and to a lesser extent in West Kalimantan (Schueller, 1997), proved this hypothesis wrong.

The surveys of private nurserymen and partial support projects⁷ conducted in 1997-1998 revealed a major clone quality and conformity problem (uncertain budwood origin, "false" clones, unsuitable clones, etc). The main problem is thus a shortage of budwood material due to the concentration of nurseries in very few zones and the lack of a marketing sector worthy of the name.

In fact, it is the lack of technical information on the part of smallholders as to clone characteristics and the lack of simple, effective visual checks that enable nurseries to market non-guaranteed planting material as long as it appears to have been budded. Requirements in terms of clone quality are nevertheless very precise. Certification of nurseries (quality and quantity produced in relation to budwood availability in their budwood garden) is clearly essential if

⁶ With the notable exception of the two provinces of North and South Sumatra, where a network of private nurseries was set up at the end of the 1980s due to the existence of two research stations that supplied planting material, the IRRI (Indonesian Rubber Research Institute) stations at Sungai Putih and Sembawa. It is not impossible that it was the researchers themselves who set up private nurseries as a sideline to their official research work, triggering a concerted movement (over 500 nurseries in South Sumatra in 1991).

⁷ Partial support (P2WK type) projects supply inputs and information for the first year of plantation setup only, whereas conventional (SRDP/TCSDP type) projects provide inputs, credit and extension services for five to eight years.

⁵ Rice is produced on the islands of Java and Bali at lower cost, benefitting fully from the comparative advantages for irrigated rice in Java (due to the success of the green revolution). For its part, rubber is grown in Sumatra and Kalimantan, on soils where rice growing is not sufficiently productive or is too risky.

rubber development is not to be hindered in the long term.

The work factor during the immature period

Another major constraint is the amount of work required during the immature period. Here again, the problem is the return on the investment made in terms of input and work, which is a major obstacle for traditional planters. In comparison, jungle rubber systems require very little labour when growing upland rice and virtually none during the immature period. Traditional smallholders are extremely sensitive to work productivity, which is high for jungle rubber compared to upland rice, but is trebled or quadrupled when using clones compared to jungle rubber, as is income per hectare.

Adopting clones in RAS or monoculture systems therefore represents an increased workload, particularly in the first three years after planting, which are the most critical in terms of tree growth⁸.

Combining intercrops and other tree crops (certain fruit and fast-growing timber species) with rubber is a good way of optimizing the work put in during the immature period.

Access to technical information

In the end, possibly the most significant constraint, on which all the others depend, is the lack of precise technical recommendations adapted to local conditions, concerning the available technical innovations for both monoculture and agroforestry. The technical topics at issue include rubber clonal material, herbicides, fungicides against leaf and root diseases, rational fertilizer management, the 1/2 spiral, reduced frequency tapping method, stimulation, etc. The local extension services have failed to inform the vast majority of planters not affiliated to projects, and technologies are thus still generally disseminated by word of mouth between planters (partly with a "project effect") or via local traders (*tokeh*). The World Bank therefore recently launched a project to reorganize and train extension workers within the BIBP (*Balai Informasi Bangunan Perkebunan*, crop information service).

This lack of accurate information has had two major impacts. On the one hand, planters are reluctant to invest in certain innovations without knowing the risks. They often restrict themselves to planting material and know little about rates or doses and application techniques (cleaning frequency, fertilizer types, application dates, types of diseases, etc.). Moreover, this

lack of technical innovation reduces their motivation to intensify their cropping system, due to their inability to appreciate the financial risk incurred.

Conclusion

Smallholders are faced with two issues: replanting former jungle rubber plantings—renewal of productive capital and intensification—and setting up new plantings—definitively acquiring the remaining available land directly by setting up clonal plantings. Upland crops are gradually being abandoned in favour of clonal rubber on small farms (4 to 8 ha). A major change in the agrarian landscape is under way, with oil palm being proposed as an alternative crop by transmigration projects and, in most cases, by private estate projects supplying credit and inputs.

However, rubber is still the main, most flexible alternative and the one best suited to local traditional agroforestry practices—income diversification, system sustainability—and to the ability of local producers to raise funds, particularly for those with a large area of jungle rubber (Jambi) or who already have clonal plantings (NES or SRDP/TCSDP projects).

Contrary to the view generally held by extension services and development projects, it is not always investment capital that is the main constraint on smallholders wishing to develop more productive rubber plantings by using clones in Indonesia. There are also obstacles in terms of techniques, which call for substantial labour until the rubber trees mature—particularly for monoculture—, the shortage of improved planting material, and above all the lack of accurate information on technical innovations

RAS

RAS 1: jungle rubber with clones

RAS 1 is a jungle rubber system in which the only change consists in replacing traditional rubber seedlings with appropriate clones. The clones used are PB 260, RRIC 100, RRIM 600 and BPM 1 in all zones, plus GT 1 in *Colletotrichum*-free zones. These clones need to be fast-growing, but also resistant to leaf diseases and suitable for the management (tapping) techniques used by smallholders. The expected biodiversity of RAS 1 is apparently comparable to that of jungle rubber, which is itself similar to that of secondary forest. RAS 1 can only be set up in non-degraded planting or replanting zones with sufficient surrounding biodiversity and with secondary forest, fruit and timber agroforests (ATembawang in West Kalimantan) or old jungle rubber. The trees intercropped with rubber will therefore be those obtained from natural forest regrowth, some of which will subsequently be selected by the planter (generally between eight and ten years after planting).

RAS 2 and 3: optimized rubber agroforestry systems

RAS 2 and 3 are complex agroforestry systems in which the elements of the combination of rubber and tree intercrops are chosen at the time of planting. The biodiversity is thus less marked, and chosen with a view to producing something — fruits, timber, etc. — depending on the economic merits of the tree intercrops chosen by the planter, including fruit and timber species. Planting densities are 550 rubber trees and 150 to 250 intercrop trees per hectare. The problems of competition between trees are due to be studied using various combinations at different planting densities. Such a structure makes it possible to stagger different products in time: rubber from years 5 to 35, paper pulp timber from years 6 to 10 (fast-growing trees), fruits from years 10 to 50, then timber from years 40 to 50 (slow-growing species).

RAS 2: an intensive system with intercrops during the immature period

Intercrops are grown for the first three or four years of the rubber tree immature period. The main aim here is to keep rice production at a level compatible with good work productivity and a minimum of inputs and risks, for several consecutive years.

RAS 2 is above all intended for transmigration zones, where land availability is extremely limited, and highly degraded zones (*Imperata* grasslands, etc). It is the most intensive system.

RAS 3: an anti-*Imperata* strategy

Planters may not want to grow intercrops, for various reasons (lack of a market, moderate level of intensification sought, limited labour availability, etc). The aim is thus to set up a crop system that will provide good cover and soil protection with minimum upkeep in the first year, and little or no upkeep thereafter. Such combinations involve non-climbing, more or less self-regulating cover crops (*Flemingia congesta*, etc), or crops which improve poor initial soil fertility (*Chromolaena odorata*), combined with bushy shade plants (*Leucena leucocephala*, *Glicicidia*, *Calliandra*, etc) or fast-growing trees (*Acacia mangium* or *Gmelina arborea* type).

RAS 3 can also be considered as part of an anti-*Imperata* strategy in rehabilitating *Imperata* grasslands.

⁸ Rubber productivity, under non-limiting climatic conditions, primarily depends on the genotype, on maintaining a sufficient planting density, and on good tree growth during the immature period.

and combinations thereof. Priority was for a long time and up until very recently given to a monoculture-based model.

Placing the extension services under the aegis of the Ministry for Forestry and taking account of the merits of traditional Indonesian agroforestry—the reduction in inputs and labour, maintenance of the environment, conservation of part of the local biodiversity, and diversification of income—has encouraged the acceptance of the RAS concept, and even its very recent integration into certain development projects⁹ in an international context in

which Indonesia is under close scrutiny concerning its natural resource, and particularly forest, management (fires). In view of this, rubber agroforestry systems (RAS) would seem to have a bright future, given the cost of inputs and the reasonable requirements of the technologies involved, provided producers are given sufficient information.

The planters practising jungle rubber based production systems in the central plains of Sumatra and Kalimantan thus now have a choice of three alternatives to improve the productivity of their cropping systems: rubber monoculture, rubber agroforestry systems (RAS) and oil palm. Smallholders in piedmont and foothill regions have very little choice other than RAS (and cinnamon) in the traditional rubber-growing zones of Sumatra. In West Sumatra, the

success of a small-scale trial in a water shed (in East Pasaman district) of RAS with Minangkabau farmers bodes well for the future. Lastly, in both West Sumatra and West Kalimantan, rehabilitating *Imperata cylindrica* grasslands with RAS has proved to be one way of developing the hundreds of thousands of hectares covered by this weed.

Smallholder strategies also depend on access to land. Adopting "officially improved" systems involving the use of clones thus provides local communities with better protection against State attempts to repossess land. RAS, improved systems that are easier for smallholders than monoculture, are thus an obvious way of consolidating the land ownership rights of local communities. ■

⁹ In particular the World Bank JRDP (Jambi Regional Development Project) in Jambi and the GTZ SFDP (Social Forestry Development Project) in West Kalimantan.

Résumé

Les *jungle rubber* sont le système agroforestier complexe le plus largement disséminé en Indonésie combinant production et environnement durable. L'amélioration de leur productivité devient nécessaire depuis les années 80. L'alternative proposée par les projets a été, depuis 1970, basée sur la monoculture avec un coût en intrant et travail élevé.

L'hévéa reste une « valeur refuge ». Avec une capacité financière limitée, les producteurs souhaitent investir dans des systèmes hévéicoles à coûts intermédiaires.

Le *Smallholder Rubber Agroforestry Project* a proposé en approche négociée des systèmes de culture agroforestiers à base d'hévéas clonaux : les *Rubber Agroforestry Systems* (RAS). Les pratiques agroforestières diminuent le travail et les intrants en période immature. Les freins à l'adoption des innovations restent l'investissement en travail par rapport à des stratégies généralement extensives, le manque et la faible qualité du matériel végétal amélioré et le manque d'information technique. Les possibilités de développement des RAS sont plus actuelles que jamais dans un environnement économique difficile.

Abstract

Jungle rubber is the most common complex agroforestry system in Indonesia developed by smallholders combining sustainable production and environmental conservation. Since the 1980s, it has clearly been necessary to improve the productivity of such systems. The alternative proposed by the different projects since 1970 has been based on monoculture, which is both input- and labour-intensive.

Rubber is still a "safe option". With their limited financial capacity, producers are keen to invest in medium-cost rubber-based systems.

The *Smallholder Rubber Agroforestry Project* proposed a negotiated approach using rubber clones: rubber agroforestry systems (RAS). Agroforestry techniques reduce the workload involved and the inputs required during the immature period. The obstacles to adopting innovations are still the amount of work required in relation to generally extensive strategies, the lack and poor quality of improved planting material and the shortage of technical information. The possibilities offered by developing RAS are more relevant than ever in the current difficult economic context.